



Rapport

Etude qualité des pommes

de terre

Introduction

Pendant 4 ans, le projet Cultures d'Industrie sur Sols Vivants a visé un double objectif :

- Accompagner les producteurs de pommes de terre et de betteraves sucrières dans la mise en place de pratiques agroécologiques ;
- Construire les conditions pour pérenniser des filières agroécologiques en y associant l'ensemble des parties prenantes.

CISV a permis d'accompagner techniquement et financièrement 75 fermes engagées dans la transition agroécologique, dont 72% produisaient de la pomme de terre pour le marché du frais. Ces produits, vendus directement au consommateur après avoir été brossés et/ou lavés, doivent répondre à des exigences élevées en termes de calibre, présentation et qualité de peau. Ainsi, les changements de pratiques tels qu'un travail du sol réduit, une fertilisation organique ou la réduction de l'utilisation de fongicides pourraient avoir pour effet de faire perdre de la valeur à un lot de pommes de terre.

Certaines études récentes tendent à démontrer que nos cultures modernes sont moins nutritives avec une composition en baisse concernant certains nutriments (protéines, calcium, phosphore, vitamines variées). Cette baisse de qualité nutritive serait l'une des conséquences de la sélection variétale se concentrant sur une augmentation du rendement, qui aurait un effet de dilution sur la teneur en nutriments des végétaux. De plus, les pratiques agricoles perturbant la santé des sols pourraient être un autre facteur qui influence la composition de nos aliments¹.

Cette étude préliminaire menée dans le cadre de CISV a pour objectif d'identifier les indicateurs pertinents et les grands facteurs de variation de la qualité des pommes de terre à destination de la consommation. En plus des caractéristiques généralement étudiés comme le rendement, le calibre ou la présentation, des indicateurs nutritionnels ont également été analysés afin d'évaluer l'impact du changement de pratiques agronomiques sur l'apport en nutriments et les performances technologiques.

¹ S. Colino. Fruits and vegetables are less nutritious than they used to be. National Geographic (2022)

I - Protocole

L'objectif de cette étude est de comparer les indicateurs de qualité des tubercules de pommes de terre cultivées en agroécologie par rapport à des pommes de terres cultivées avec une conduite conventionnelle.

L'échantillonnage a été réalisé sur 20 parcelles à variété constante² au sein de chacun des 10 binômes, et l'analyse n'a pas été axée sur la comparaison entre les différentes variétés mais bien sur la comparaison entre la modalité "agroécologique" et "conventionnelle" au sein de chaque binôme. L'étude se base sur l'analyse de 80 échantillons de pommes de terre prélevés, soit 4 échantillons par parcelle.

Indicateurs retenus et méthodes d'analyse

Les indicateurs retenus ont été sélectionnés après consultation d'Arvalis - Institut du végétal, partenaire technique du projet.

Indicateurs de performance agronomique et qualité de présentation

- Rendement et calibre
- Matière sèche (et sa répartition dans le tubercule)
- Présentation (couleur, rayures, etc.)
- Endommagement interne/externe

Ces indicateurs ont été mesurés en suivant le protocole d'analyse d'Eurocelp.

Indicateurs de qualité nutritionnelle et technologiques

- Taux de sucres
- Teneur en protéines
- Teneur en fibres
- Teneur en minéraux (Potassium, Calcium, Magnésium, Fer, Manganèse, Cuivre, Zinc, Phosphore)
- Teneur en vitamines (B6, B9 et C)
- Teneur en nitrates

Ces indicateurs ont été mesurés via les méthodes d'analyses suivantes :

- Colorimétrie : sucres solubles totaux, teneur en nitrates ;
- Calcul : glucides totaux, glucides assimilables.
- Méthode enzymatique : teneur en fibres alimentaires totale ;
- Incinération et méthode de Kjeldahl : protéines brutes ;

² Voir Annexe 1

- Spectroscopie d'émission optique à plasma à couplage inductif : potassium, calcium, magnésium, fer, manganèse, cuivre, zinc, phosphore total ;
- Chromatographie en phase liquide à haute performance : vitamine B6 - pyridoxine, vitamine B9 totale - acide folique, vitamine C - acide ascorbique.

Prélèvements au champ

Période : de mi-août à mi-septembre, entre 10 à 15 jours après le défanage et 3 jours avant arrachage.

Choix de la parcelle agroécologique

- Parcelle avec un historique de 3 à 5 ans en agroécologie (réduction du travail du sol, rotation longue, couverts complexes) ;
- Variétés pour le marché du frais, en chair ferme ;

Choix de la parcelle témoin en conventionnel classique

- Parcelle gérée en conventionnel classique (labour et/ou TCS lourd systématique, rotation courte, couverts mono ou bi-espèces) ;
- Concomitante à la parcelle agroécologique ;
- Même variété ;
- Même mode d'irrigation.

Matériel

- 1 croc ou une fourche bêche
- 1 grand seau
- 1 sac par prélèvement
- 1 mètre
- Des étiquettes et attaches pour suivre les sacs de prélèvement

Protocole de prélèvement

Réaliser 4 prélèvements / parcelle non concomitants avec minimum 5 buttes d'écart (cf. schéma n°1).

1. Choix des échantillons

Choisir 4 emplacements pour le prélèvement en évitant soigneusement :

- les tournières et bordures de champ ;
- les prélèvements concomitants ;

- les zones d'irrigation particulières ou passages de roue.

Autant que possible, demander à l'agriculteur ou chef de cultures l'historique de la parcelle pour repérer les éléments à prendre en compte (ex : ancien chemin).

2. Prélèvement d'un échantillon de tubercules

- Délimiter 2m de PDT et comptez le nombre de pieds pour privilégier les échantillons au nombre de pieds équivalent
- Sortez les tubercules de la butte (pied par pied)
- Mettre le prélèvement (tous les tubercules des 2m) dans un sac et l'étiqueter (cf. étiquette et logistique ci-dessous). *Si le sac dépasse 25kg, séparez dans 2 sacs.*

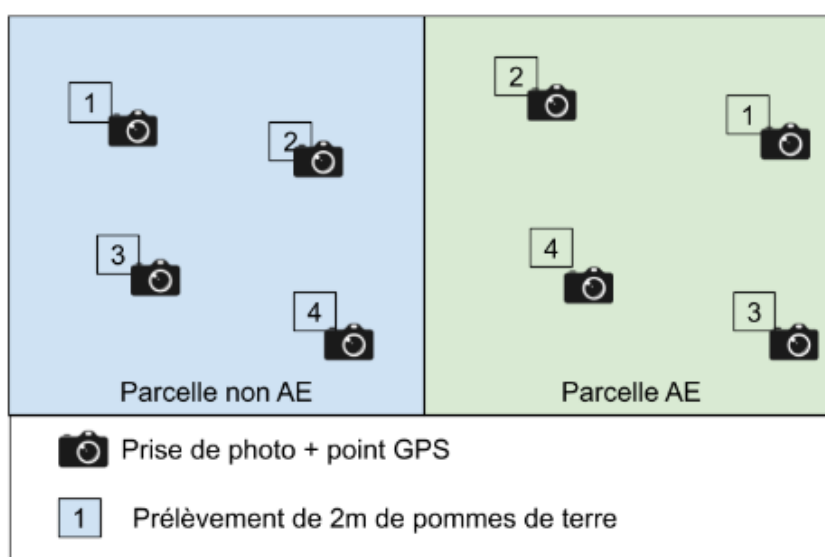


Schéma 1 : Méthode de prélèvement

Logistique

1. Étiquettes

Afin d'homogénéiser les notations, un code pour l'étiquetage des prélèvements a été suivi :

- NOM agriculteur
- Nom modalité : AE ou CONV
- Numéro de la zone de prélèvement : 1 à 4

Une liste a été tenue pour assurer l'envoi, l'analyse et le suivi des échantillons

2. Logistique d'analyse

Les prélèvements destinés à l'analyse Eurocelp ont été envoyés par l'organisme collecteur partenaire et par HZPC.

Les sacs de 3kg +/- 0.5 ont été envoyés au laboratoire CAPINOV pour analyses nutritionnelles.

II - Résultats

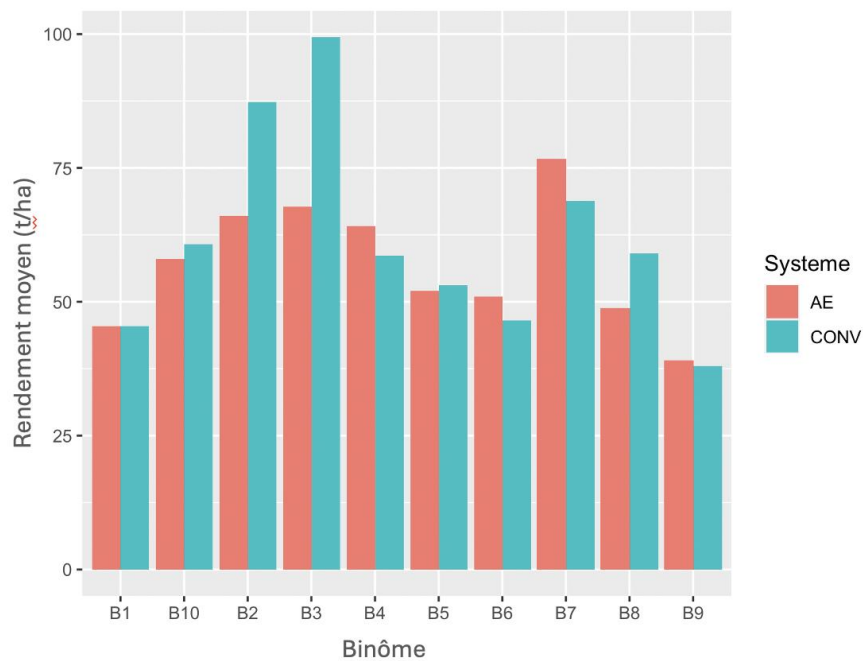
		Moyenne Agroécologie	Moyenne Conventiennel	Ecart moyen intra-binôme (AE-Conv)	Significativité
Performance	Rendement (t/ha)	56,9	61,7	-4,8 (moyen) -0,54 (médiann)	Non
	Calibre	48,8	50,3	-1,4	Non
	Poids (g)	110,5	122,6	-12,1	Non
	Longueur (mm)	79,7	85	-5,3	Non
	Qualité présentation	64,3	66,4	-2,1	Non
	Difformes graves (%)	1,5	1,7	-0,2	Non
	Vertes graves (%)	1,5	1,2	0,3	Non
	Dartrose grave	19,9	4,5	15	Oui
	Gale grave	2,6	1,5	1,1	Non
	Rhizoctone grave	0,08	1	-0,18	Non
Qualité nutritionnelle	Phosphore	380,5	374,1	6,4	Non
	Calcium	101,9	98,3	3,6	Non
	Fer	42,4	32,8	9,5	Oui
	Magnesium	200	195	5	Non
	Potassium	3691,3	3569,5	121,8	Non
	Nitrates	111,7	108,3	3,4	Non
	Vitamine B6	0,21	0,21	0,005	Non
	Vitamine B9	9,8	8,5	1,3	Non
	Vitamine C	5,2	4,8	0,4	Non
Qualité technologique	Humidité	81,8	82,5	-0,68	Non
	Cendres	0,89	0,86	0,03	Non
	Protéines	1,86	1,75	0,19	Oui
	Amidon	13,3	12,8	0,52	Non
	Glucides	15,5	15	0,5	Non
	Glucides assimilables	13,7	13,2	0,53	Non
	Fibres	1,82	1,85	-0,04	Non
	Valeur calorique	65,8	63	2,8	Non
	Valeur énergétique	278,6	266,8	11,8	Non

Table 1: Synthèse des indicateurs suivis et des résultats pour les parcelles en agroécologie (colonne 1) et en conventionnel (colonne 2). La colonne "Significativité" (colonne 4) indique l'éventuelle significativité statistique de la différence au sein des binômes agroécologique - conventionnel.

Indicateurs de performance agronomique et qualité de présentation

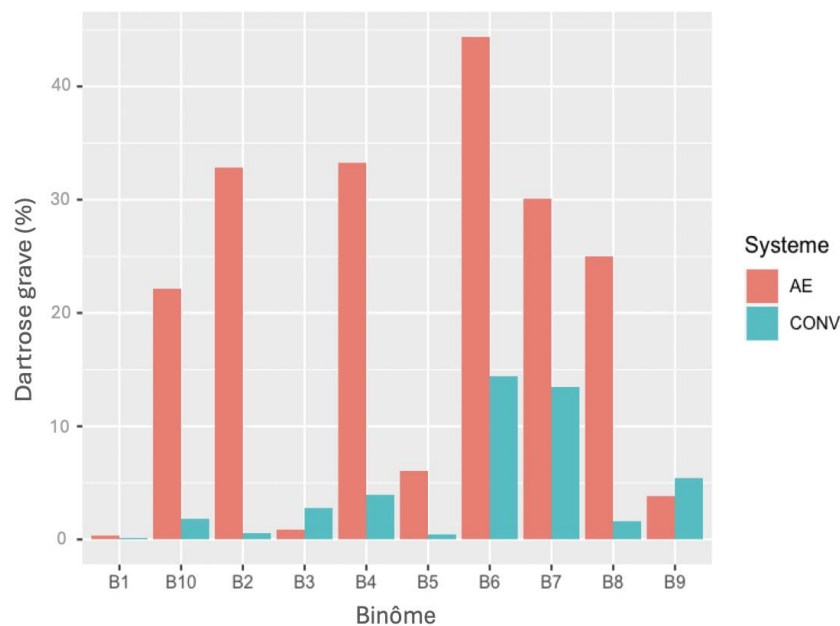
La quasi-totalité des indicateurs de performance agronomique varie faiblement entre conventionnel et agroécologie. Nous observons tout de même une tendance à la baisse sur le poids, le calibre et la longueur des tubercules en agroécologie, bien que ces résultats ne soient pas statistiquement significatifs. Il est intéressant de noter que cela ne s'est pas traduit dans le rendement. L'écart médian de rendement brut au sein des binômes est très faible : 0,54 t/ha de moins en agroécologie par rapport au conventionnel. Si l'on regarde l'écart moyen en revanche, l'écart est plus important : 4,8 t/ha de moins en agroécologie par rapport au conventionnel. Cette différence s'explique par les rendements exceptionnellement élevés sur la partie conventionnelle de 2 binômes (respectivement 87 et 99 t/ha) qui biaisent le calcul de l'écart moyen. Il serait intéressant dans une future étude de collecter également l'information du

nombre de tubercules par pied afin de voir si le maintien du rendement malgré des calibres plus faibles s'explique par un nombre de tubercules par pied plus important.



Rendement en pomme de terre au sein de chaque binôme agroécologique (rouge) - conventionnel (bleu). NB : la variété est similaire au sein de chaque binôme mais varie entre les binômes

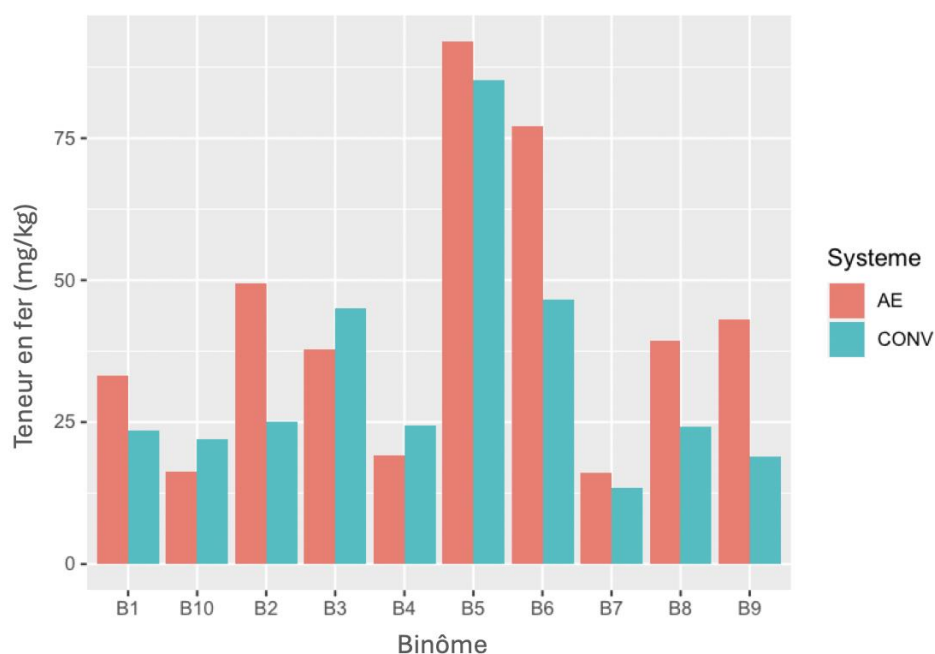
De très faibles différences (non-significatives) ont été observées sur les indicateurs de qualité de présentation (difformité, gale, etc.), avec une exception notable : une forte augmentation de la dartrose, qui atteint 20 à 40% des tubercules dans plus de la moitié des parcelles agroécologiques.



Atteintes de dartrose grave au sein de chaque binôme agroécologique (rouge) - conventionnel (bleu), en % de tubercules atteints.

Indicateurs de qualité nutritionnelle

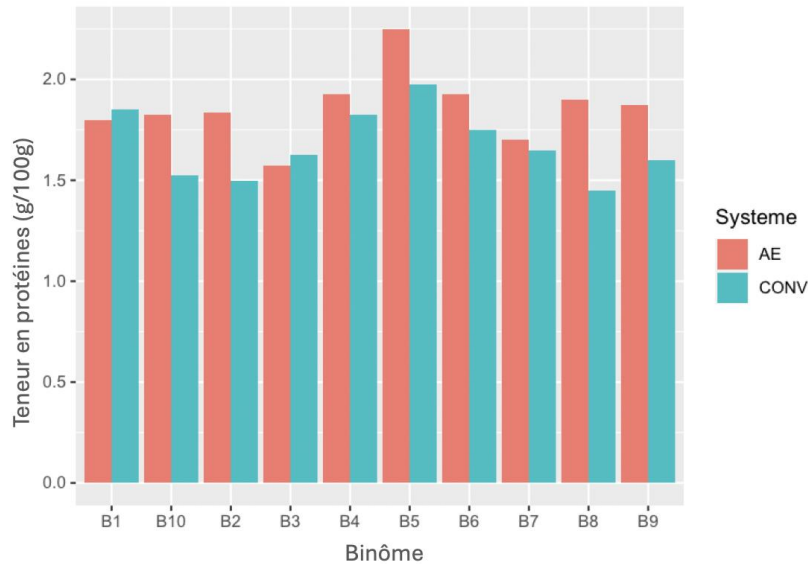
Parmi les 12 indicateurs de qualité nutritionnelle retenus (vitamines B6, B9, C, phosphore, calcium, potassium, magnésium, manganèse, zinc, cuivre, fer, nitrates), seule la teneur en fer présentait une différence significative entre système agroécologique et système conventionnel avec une teneur en fer environ 10% plus élevée en agroécologie, à variété constante. Les différences de teneurs pour les autres vitamines et minéraux étaient beaucoup plus faibles, et non significatives, quoique toujours en faveur de l'agroécologie.



Teneur en fer au sein de chaque binôme agroécologique (rouge) - conventionnel (bleu), en mg/kg

Indicateurs de qualité technologique

Parmi les 11 indicateurs retenus (humidité, cendres, protéines, lipides, amidon, fibres, sucres, glucides, glucides assimilables, valeurs caloriques et énergétiques), seule la teneur en protéine présente des différences significatives en agroécologie par rapport au conventionnel, avec une teneur plus élevée de 10% en agroécologie.



Teneur en protéines (en g/100g) au sein de chaque binôme agroécologique (rouge) - conventionnel (bleu)

Sur les 10 binômes échantillonnés, les parcelles cultivées en agroécologie performant globalement aussi bien que celles cultivées en conventionnel, avec toutefois une tendance à une diminution de la taille (calibre et longueur) des pommes de terre en agroécologie. La principale variable qui se dégrade en agroécologie est l'atteinte des tubercules par la dartrose, avec une prévalence forte pour 6 parcelles sur 10. La dartrose n'impacte que marginalement le rendement mais entraîne des déclassements importants et est donc une variable à surveiller de près. Enfin, les indicateurs de qualité nutritionnelle et technologique varient peu au sein de chaque binôme, à l'exception du fer et des protéines dont les teneurs sont améliorées de 10% en agroécologie.

III - Discussion

Indicateurs de performance agronomique et qualité de présentation

Le principal facteur pouvant expliquer l'augmentation des formes graves de dartrose en parcelles agroécologique est l'apport plus important de matière organique, favorable à la prolifération de *Colletotrichum coccodes*, le champignon responsable de la dartrose ou "maladie des points noirs". Celle-ci favoriserait le développement du champignon en créant un environnement humide et riche en nutriments. Ne disposant pas pour cette étude des plans de fumure sur les parcelles conventionnelles, nous ne pouvons ni infirmer ni confirmer cette hypothèse. Il importera donc de collecter ces informations dans une future étude complémentaire. Enfin, des analyses microbiologiques dans la rhizosphère des plants de pommes de terre seraient également très pertinentes pour éclairer d'éventuels facteurs microbiologiques favorables au développement de la dartrose.

Une forte augmentation du taux de dartrose "grave", c'est-à-dire persistant après 2 coups d'économe³, a un impact sur le taux de déclassement des lots de pommes de terre. Des documents légaux encadrent les échanges commerciaux en définissant des seuils au-delà desquels les pommes de terre ne sont plus considérées comme destinées à la vente⁴. Cependant, il est important de noter que les défauts occasionnés par la dartrose n'ont aucun impact sur le goût du produit et ne présentent aucun danger pour la santé humaine. Des échanges ont d'ailleurs lieu entre l'interprofession et les autorités compétentes afin d'apporter une souplesse à l'application de l'arrêté.

Indicateurs de qualité nutritionnelle

Les résultats concernant la différence d'apport en fer entre des pommes de terre cultivées en agroécologie ou avec des pratiques conventionnelles classiques sont à nuancer. En effet, l'apport lors de l'ingestion d'une pomme de terre rôtie atteint 7,71% des Valeurs Nutritionnelles de Référence⁵, loin du seuil de 15% des VNR/100g de matière solide nécessaire pour utiliser l'allégation "source de fer" dans la promotion d'un produit⁶.

Les causes de l'augmentation du taux de fer dans les récoltes sont diverses. Des causes pédologiques (sols alcalins) ou météorologiques (saison froide et pluvieuse) peuvent par exemple avoir un impact sur la disponibilité du fer et sa teneur dans les produits finis. Dans

³ Eurocelp. Guide d'interprétation des résultats Eurocelp, FR V15.

⁴ P. Cattiaux, 1997. Arrêté du 3 mars 1997 relatif au commerce des pommes de terre de primeur et des pommes de terre de conservation.

⁵ Aprifel - Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes. Fiche Pomme de terre : https://www.aprifel.com/fr/fiche-nutritionnelle/pomme-de-terre/?tab=composition_analyse_nutritionnelles#macronutriments_crue

⁶ Ministère de l'économie, des Finances et de l'Industrie, 2000. Avis du 8 juillet 1998 relatif au caractère non trompeur des seuils des allégations nutritionnelles.

cette étude, la proximité entre les parcelles de chaque binôme permet d'écartier l'hypothèse de l'impact du contexte pédoclimatique. En cas de transition agroécologique d'un système de culture, on observe généralement un changement dans le choix des sources d'amendement. L'augmentation de la part d'intrants organiques dans la fertilisation pourrait expliquer une augmentation de la teneur en fer du tubercule.

La légère augmentation de la teneur en fer dans les pommes de terre cultivées en agroécologie pourrait entraîner un risque accru de noircissement lors d'une cuisson vapeur ou friture. En effet, le phénomène de noircissement est dû à la formation d'un complexe entre le fer et l'acide chlorogénique. Par ailleurs, cette oxydation n'a ni impact gustatif ni impact sanitaire et peut, si nécessaire, être neutralisée par l'ajout d'un composant acide alimentaire, comme l'acide citrique⁷.

Indicateurs de qualité technologique

Les résultats concernant la différence d'apport en protéines entre des pommes de terre cultivées en agroécologie ou avec des pratiques conventionnelles classiques doivent également être étudiés à la lumière de la composition du tubercule. En effet, selon Aprifel⁸, on peut considérer que l'apport en protéines (2,16 g pour 100 g) de la pomme de terre est notable car supérieur à la quantité moyenne présente dans les légumes crus (1,87 g pour 100 g). Cependant, il reste inférieur à celui des autres tubercules que nous consommons (2,66 g pour 100 g). Bouillie, l'apport de la pomme de terre (1,80 g pour 100 g) est inférieur à la quantité moyenne de protéines présente dans les légumes cuits (2 g pour 100 g). Rôtie, son taux de protéines (2,50 g pour 100 g) est plus important tout en restant bien inférieur au seuil de 10% des Valeurs Nutritionnelles de Référence ; et donc insuffisant pour permettre l'utilisation de l'allégation "riche en protéines"⁹.

L'augmentation du taux de protéines est corrélée avec une fertilisation azotée organique régulière. C'est l'azote apporté qui permet la synthèse de protéines par les végétaux. Contrairement à une augmentation en matières sèches, l'augmentation de la teneur en protéines n'a pas d'impact négatif sur les performances technologiques du tubercule, ni sur sa cuisson.

⁷ S. Bouchard, 2005. Le noircissement après cuisson.

⁸ Aprifel - Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes. Fiche Pomme de terre : https://www.aprifel.com/fr/fiche-nutritionnelle/pomme-de-terre/?tab=composition_analyse_nutritionnelles#macronutriments_crue

⁹ Ministère de l'économie, des Finances et de l'Industrie, 2000. Avis du 8 juillet 1998 relatif au caractère non trompeur des seuils des allégations nutritionnelles.

Conclusion et Perspectives

Cette étude nous permet de conclure à un faible impact des pratiques agroécologiques sur la palette d'indicateurs sélectionnés. Sur l'ensemble des indicateurs de performance agronomique et qualité de présentation, là où l'on aurait pu s'attendre à une baisse de rendement ou de qualité de peau globale, seuls des dégâts graves de dartrose ont été significativement plus importants dans la modalité agroécologique. Cette augmentation de la sévérité des points noirs sur le tubercule représente aujourd'hui un facteur de perte économique pour les agriculteurs. Une révision des seuils légaux de conformité est en cours et, si elle aboutissait à plus de souplesse concernant la présentation des produits, l'impact de la dartrose serait moins important pour les producteurs de pommes de terre.

Il semble également que les pratiques aient peu d'impact sur les qualités nutritionnelles et technologiques des pommes de terre, hormis la teneur en protéines et en fer. Les protéines n'influencent pas les performances technologiques du tubercule. L'augmentation de la teneur en fer pourrait augmenter la probabilité d'apparition d'un noircissement à la cuisson. Qu'elles soient agroécologiques ou conventionnelles, les pratiques n'ont que peu d'impact sur les performances agronomiques, technologiques ou sur la présentation du tubercule. La variété est le facteur déterminant de l'évolution des indicateurs comme le taux de fibres, de sucres ou la tolérance aux pathogènes. De la même façon que certaines variétés sont à favoriser en agriculture biologique, d'autres pourraient améliorer les performances en agroécologie.

D'un point de vue nutritionnel, les protéines et le fer ne sont présents qu'en faible quantité dans les pommes de terre et leur hausse isolée n'a finalement pas d'impact sur l'alimentation et la santé humaine. Cependant, une étude australienne publiée dans la revue *Foods* a révélé que certains légumes, notamment des pommes de terre ou les haricots verts, présentaient des baisses significatives de leur teneur en fer (de 30 à 50 %) ¹⁰. Dans le cadre d'une baisse généralisée des apports, le fait de privilégier les pratiques qui favorisent ou maintiennent la teneur en fer des légumes pourrait avoir un effet positif sur l'alimentation.

La pomme de terre n'est pas la seule culture chez laquelle un décrochage nutritionnel a été observé. Un article paru dans *Nature* en 2020 ¹¹ souligne que, depuis 70 ans, les teneurs en protéines, en manganèse, en fer, en zinc et en magnésium du blé ont aussi considérablement diminué. Pour aller plus loin sur l'impact des pratiques sur la qualité du blé, une thèse ¹² menée par Pour une Agriculture du Vivant et deux instituts de recherche est en cours. La publication des résultats est prévue fin 2024.

¹⁰ Eberl, Erica, Alice Shimin Li, Zi Yin Joanne Zheng, Judy Cunningham, et Anna Rangan. « Temporal Change in Iron Content of Vegetables and Legumes in Australia: A Scoping Review ». *Foods* 11, n° 1 (27 décembre 2021): 56.
<https://doi.org/10.3390/foods11010056>.

¹¹ Mariem, S.B., Gámez, A.L., Larraya, L. et al. Assessing the evolution of wheat grain traits during the last 166 years using archived samples. *Sci Rep* 10, 21828 (2020).

¹² Pour plus d'information : <https://agricultureduvivant.org/leviers-daction/la-these-qualite-nutritionnelle-du-ble-en-agroecologie/>

Annexe 1 : Variétés analysés

Code binôme	Variété	Part de l'échantillon total
B1	Amandine	30%
B2	Gwenne	20%
B3	Colomba	10%
B4	Gourmandine	20%
B5	Amandine	30%
B6	Gourmandine	20%
B7	Orchestra	10%
B8	Jazzy	10%
B9	Amandine	30%
B10	Gwenne	20%

POUR UNE AGRICULTURE DU VIVANT

Nous contacter

lea.lugassy@agricultureduvivant.org

juliet.carceles@agricultureduvivant.org



agricultureduvivant.org